

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y CIENCIAS SOCIALES



LA COEXISTENCIA DE CULTIVOS EN ESPAÑA: EL CASO DEL MAÍZ TRANSGÉNICO ESTADO DE LA REGULACIÓN Y CONSECUENCIAS

TRABAJO FIN DE MASTER.

Presentado por:

Jorge José Lafuente León

Dirigido por:

Raúl Compés López

Valencia, junio de 2016

A mi familia, a quienes tantas horas de cariño les he robado, en especial a mi mujer Ana y a mi hijo Rubén.

RESUMEN

Con la expansión de la biotecnología en la agricultura, aparece un problema hasta ahora inexistente. Este es el de la cohabitación entre cultivos biotecnológicamente modificados (O.M.G.) con otros, como son los convencionales y los ecológicos. La normativa que se ha desarrollado sobre los cultivos O.M.G. se ha centrado en la seguridad sanitaria y medioambiental, dejando la coexistencia como un efecto secundario. Tal es el caso que la normativa comunitaria deja su reglamentación y control al arbitrio de cada Estado, lo que supone un punto más de fricción entre los propios Estados miembros y la Comisión Europea. El marco regulatorio reduce las garantías para los consumidores en el mercado único. Este trabajo demuestra que España lleva un gran retraso en la regulación de la coexistencia, lo que produce externalidades negativas que dañan los intereses de los productores no transgénicos, haciendo difícil la cohabitación. El efecto segregación que se da en los cultivos no O.M.G. no se debe achacar únicamente a problemas de coexistencia, pues existen otras circunstancias que también causan esa situación. El caso del maíz en Aragón es especialmente ilustrativo.

Palabras clave: maíz en España; regulación de transgénicos, coexistencia; maíz en Aragón.

ABSTRACT

With the expansion of biotechnology in agriculture, it appears a problem until now nonexistent. This is the cohabitation between biotechnologically modified crops (G.M.O.) with others, such as conventional and organic. Legislation has evolved over the G.M.O. crops It has focused on the health and environmental safety, leaving coexistence as a side effect. Such is the case that the Community legislation leaves its regulation and control to the discretion of each State, which is a point of friction between the Member States themselves and the European Commission. The regulatory framework reduces guarantees for consumers in the single market. This work shows that Spain has a long delay in coexistence's regulation, which produces negative externalities that harm the interests of no-G.M.O. producers, making it difficult cohabitation. The segregation effect that occurs in no-G.M.O. crops It should not be attributed solely to coexistence's problems, because there are other circumstances that also cause this situation. For maize in Aragon it is particularly illustrative.

Key words: maize in Spain, GM regulation, coexistence, maize in Aragon.

RESUM

Amb l'expansió de la biotecnologia en l'agricultura, apareix un problema fins ara inexistent. Aquest és el de la cohabitació entre cultius biotecnològicament modificats (O.M.G.) amb d'altres, com són els convencionals i els ecològics. La normativa que s'ha desenvolupat sobre els cultius O.M.G. s'ha centrat en la seguretat sanitària i mediambiental, deixant la coexistència com un efecte secundari. Tal és el cas que la normativa comunitària deixa la seva reglamentació i control a l'arbitri de cada Estat, la qual cosa suposa un punt més de fricció entre els propis Estats membres i la Comissió Europea. El marc regulador redueix les garanties per als consumidors en el mercat únic. Aquest treball demostra que Espanya porta un gran retard en la regulació de la coexistència, el que produeix externalitats negatives que danyen els interessos dels productors no transgènics, fent difícil la cohabitació. L'efecte segregació que es dona en els cultius no O.M.G. no s'ha de atribuir únicament a problemes de coexistència, doncs hi ha altres circumstàncies que també causen aquesta situació. El cas del blat de moro a Aragó és especialment il·lustratiu.

Paraules claus: blat de moro a Espanya, regulació de transgènics, coexistència, blat de moro a Aragó.

ÍNDICE GENERAL

	<u>PÁGINA</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Definición del problema y su justificación.....	7
1.2. Antecedentes: el papel de los O.M.G.....	7
1.3. Marco y metodología.	9
2. EL CULTIVO DEL MAÍZ EN ESPAÑA.....	11
2.1. El maíz en España.....	11
2.2. El maíz ecológico en España.....	11
2.3. El maíz transgénico en España.	12
2.4. El maíz de agricultura “convencional” o isogénico en España.....	14
3. LA REGULACIÓN DE LOS TRANSGÉNICOS Y LA COEXISTENCIA.....	17
3.1. El marco legislativo.....	17
3.1.1. Situación internacional.	17
3.1.2. Situación en la Unión Europea.	17
3.1.3. Situación en España.	19
3.1.4. Situación en Aragón.	19
3.2. Regulación de la coexistencia o cohabitación.....	20
3.2.1. Situación en la Unión Europea.	20
3.2.2. Situación en España.	21
4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y POLÍTICO DE LA COEXISTENCIA DEL 23	23
 CULTIVO DEL MAÍZ EN ARAGÓN.	
4.1. El problema de las externalidades y la coexistencia.	23
4.1.1. Externalidades y contaminación.....	23
4.1.2. Contaminación por dispersión del polen. El “escape de genes”.....	23
4.1.3. Contaminación por vía de la maquinaria en los distintos 26	26
procesos de cultivo del maíz, en su almacenamiento y posterior	
transformación.	
4.2. El problema de la coexistencia en Aragón.	26
4.2.1. El cultivo del maíz en Aragón.	26
4.2.2. El maíz transgénico y ecológico en Aragón.....	28
4.2.3. Costes y precios del maíz en Aragón. Influencia de estos.....	29
parámetros en la opción transgénica.	
5. CONCLUSIONES.....	31
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
Bibliografía clásica.....	33
Artículos y referencias electrónicas.	34
Vídeos, películas y documentales.	38
Legislación y normas.	38

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<u>PÁGINA</u>
GRÁFICA 1: Superficie y producción de maíz ecológico en España.	12
Periodo 2009/2013.	
GRÁFICA 2: Superficie cultivada O.M.G. en España. Periodo 1986/2014.....	13
GRÁFICA 3: Evolución precios medio del maíz en lonja de Reus.	14
Periodo 2006/2015.	
GRÁFICA 4: Superficie de maíz en Aragón. Periodo 2000/2015.....	27
GRÁFICA 5: Producciones de maíz en Aragón. Periodo 2000/2015.	27
GRÁFICA 6: Rendimientos de maíz en Aragón. Periodo 2000/2015.....	28
GRÁFICA 7: Superficie de maíz transgénico en Aragón. Periodo 2009/2014.....	29

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema y justificación

Desde finales del siglo pasado, los avances en biotecnología están cambiando los paquetes tecnológicos en numerosos sectores, con especial relevancia en la agricultura, provocando una profunda división entre científicos, productores, consumidores y ciudadanos en general. Esto se debe al debate no solo sobre los efectos para la salud y el medio ambiente de sus productos sino también, y quizás más importante, sobre las consecuencias sociales, económicas y medioambientales asociadas al modelo productivo que conlleva esta tecnología (Hilbeck *et al.*, 2015). La controversia es tan amplia, cubre tantos frentes y en algunos de ellos es tan virulenta, que es imposible recoger toda la amplia literatura existente. Sin embargo, hay un aspecto de la controversia que ha recibido menos atención, y es el que se refiere a la posibilidad de que cultivos producidos con tecnologías distintas, incluso radicalmente distintas, puedan convivir en el mismo entorno físico y geográfico. Se trata del debate denominado técnicamente sobre la coexistencia de cultivos, y afecta a los cultivos convencionales, los agroecológicos y los transgénicos, también denominados Organismos Modificados Genéticamente (OMG). En una primera aproximación se perciben dos posiciones radicales y extremas, como muchas de las que rodean a esta controversia:

- a) La que afirma de plano que la convivencia, coexistencia o cohabitación es imposible e indeseable.
- b) La que sostiene lo contrario.

Se trata de un problema crucial porque afecta al futuro de la agricultura y la evolución de los sistemas agroalimentarios en los próximos años.

España es, además, un magnífico caso de estudio para analizar este problema, ya que somos –y para algunos esto es paradójico- el primer país de Europa en superficie de cultivos ecológicos y, también, en cultivos O.M.G. (Rodríguez y Sayadi, 2010). Aparentemente este dato podría ser interpretado como que la coexistencia es posible, y que las alarmas que algunos utilizan al respecto son infundadas. Sin embargo, es necesario examinar con más detalle esta cuestión, ya que hay indicios de que la interpretación de los datos macro puede ser engañosa, y que un enfoque local al problema puede ofrecer otra perspectiva.

Este TFM aborda el problema de la coexistencia desde una doble perspectiva: por un lado analiza las consecuencias agronómicas del cultivo de proximidad con paquetes tecnológicos diferentes y, por otro, en caso de efectos externos, examina la regulación existente para reducirlos o minimizarlos. Con el objeto de que el análisis no quede en un plano excesivamente generalista y, por tanto, poco concluyente, se utiliza como caso de estudio el maíz, ya que en España se cultiva con los tres tipos básicos de tecnología, y es uno de los cultivos transgénicos de referencia

La hipótesis de partida de este trabajo es que los efectos externos de los cultivos transgénicos no están bien evaluados y que, adicionalmente, la regulación es insuficiente e incompleta, lo que provoca un fallo que hace inviable la coexistencia de cultivos. Para aproximarse a la contrastación de ella es necesario adoptar la escala pertinente, que es aquella en la que se pueden evaluar las externalidades de la transgenia sobre otros cultivos, y este es el factor que se olvida en muchos análisis.

1.2 Antecedentes: el papel de los O.M.G.

Según las perspectivas de la F.A.O. (Foro de Expertos de Alto Nivel – 2009), para el año 2050, nuestro planeta deberá garantizar el abastecimiento de una población que, según sus predicciones, llegará a los 9.100 millones de personas. Esto requerirá un incremento del

70% en la producción de alimentos respecto a la registrada el periodo que va entre los años 2005 y 2007 (F.A.O., 2009). Igualmente, el Instituto Francés de Estudios Demográficos (INED) prevé para el año 2050 un censo de 9.731 millones de habitantes en el planeta, estimando que la estabilización poblacional no llegará hasta finales de siglo, alcanzando entre los 10.000 y los 11.000 millones de personas (Acosta, 2014).

Así mismo, “*The Royal Society*”, Academia Nacional de Ciencias del Reino Unido, en su edición de octubre de 2009, hace hincapié en la urgencia de este desafío y en el problema que representará esta presión sobre el medio ambiente. Para reducirlo propone un cambio en los patrones de consumo, ya que el impacto del cambio climático y la creciente escasez de agua y tierra fértil van a hacer que el reto de incrementar en la producción agrícola sea todavía mayor. A los métodos de producción de cultivos del futuro se les va a exigir que además de producir alimentos en cantidad y calidad adecuada, mantengan el medio ambiente, preserven los recursos naturales y aseguren el “*modus vivendi*” de los agricultores y poblaciones rurales del planeta. Algunos autores aseguran que el mundo dispone de soluciones científicas viables para alimentar a la creciente población, y que la sociedad es la responsable de ponerlas en práctica (Baulcombe, *et al.*, 2009). El reto es conjugar de manera eficaz la intensificación de las técnicas de producción de los cultivos con la sostenibilidad de recursos y biodiversidad.

En este contexto, los O.M.G. pueden suponer una solución a las necesidades de la humanidad a través de la ingeniería genética, entendida como el conjunto de técnicas consistentes en analizar genes aislados, modificarlos e introducirlos en el organismo original o en otro distinto. La distinción con las mejoras hasta ahora alcanzadas radica en que se manejan genes aislados identificados en los que es posible introducir mutaciones en puntos concretos o dirigir su localización a zonas específicas de los cromosomas (Nombela *et al.*, 2004).

En todo el mundo se comercializan muchos cultivos y alimentos a base de O.M.G., especialmente en Argentina, Australia, Canadá y EE.UU. Su cultivo se inició en 1995 y se ha producido un incremento año a año de la superficie dedicada a estos organismos (Nombela *et al.*, 2004).

La direccionalidad de la modificación genética introducida, el mayor conocimiento molecular del cambio genético producido respecto a métodos tradicionales, la obtención de resultados en periodos de tiempo mucho más reducidos que con técnicas convencionales y la posibilidad de saltar la barrera de la especie (Nombela *et al.* 2004), llevan a pensar en que nos encontramos ante un campo con amplias posibilidades para la agricultura y la alimentación del futuro. Al menos así se han pronunciado famosos tecnólogos. Gordon Conway opina que la biotecnología, junto a la agricultura ecológica, será capaz de alimentar a la población. Norman Borlaug no veía posible en 2001 que la agricultura ecológica, por si sola, pudiera de ninguna manera sustentar al mundo. Desde la óptica de los países en desarrollo, Florence Wambugu coincide con Borlaug y no encuentra respuesta a las necesidades de África con la agricultura ecológica. Para Wambugu la respuesta para el mundo menos desarrollado es la tecnología más avanzada. La posibilidad de abaratar los costes de transporte en estos países, junto con el necesario orgullo de producir su propio alimento, hacen pensar en la biotecnología como el medio más eficaz para incrementar la productividad (Palfreman, 2001).

Sin embargo tanto en Europa, como en un gran número de países, teniendo en cuenta los efectos potencialmente perjudiciales documentados de las distintas especies de O.M.G. y que las consecuencias de esos efectos podrían ser graves, se regulan y vigilan sanitariamente y en lo ambiental todas y cada una de las introducciones de O.M.G. (*Alimentación y Nutrición*, 2005). Pero hay un riesgo más que escapa a estas evaluaciones y es el de la afección de otros cultivos con polen transgénico, lo que hace difícil garantizar que otros modelos agronómicos próximos, como los ecológicos, no resulten contaminados.

Esta circunstancia es algo bien conocido por los productores de O.M.G. (Palfreman, 2001). Es lo que se denomina como problema de coexistencia o cohabitación, entendido este como el cultivo simultáneo y próximo de modelos convencional, ecológico, de identidad preservada y de ingeniería genética (transgénicos). El USDA lo define como la existencia de diferentes tipos de producción al mismo tiempo y en la misma área (*Factsheet*, 2015).

El problema de la coexistencia o cohabitación se define como el derecho de todo agricultor a adoptar un modelo productivo u otro, o su mestizaje, unido al derecho de los ciudadanos a estar informados de lo que consumen (Rodríguez *et al.*, 2010). En este caso, el problema principal reside en el riesgo de presencia accidental de O.M.G. en cultivos próximos que quiera evitarse, como es el caso particular de los ecológicos.

La situación es compleja por cuanto a escala mundial, sobre los O.M.G. rige el principio de equivalencia sustancial, adoptado en 1993 por la O.C.D.E., por el que si un nuevo alimento o componente de éste es equivalente a otro existente, su tratamiento respecto a seguridad será el mismo que el que se dispensa al tradicional. (Rodríguez *et al.*, 2010).

En la Unión Europea, la coexistencia está sometida a regulación, sobre la base del principio de subsidiariedad de los Estados miembros y con una función de supervisión, información y vigilancia fortalecida con la Agencia Europea para la Coexistencia (Rodríguez y Gmada, 2010).

El caso ideal para analizar esta problemática es España, país que tiene una dilatada experiencia en producción de cultivos O.M.G., y en el que el cultivo de referencia en esta materia es el maíz Bt con fines comerciales. Las siembras se iniciaron en 1998, y la superficie dedicada a este cultivo se ha expandido notablemente a partir de 2002, destacando Aragón y Cataluña como los mayores productores nacionales. Esto hace que en nuestro país sea muy necesario un marco normativo sobre coexistencia. Esta necesidad se hace más palpable a la hora de reclamación de daños económicos por contaminación transgénica en la producción de maíz ecológico, que según Greenpeace, está soportando las consecuencias, lo que ha traído consigo una disminución de la superficie dedicada a la producción ecológica y rechazos de partidas de cosechas inicialmente certificadas. (Rodríguez y Gmada, 2010; Carrasco, 2008).

La flexibilidad normativa comunitaria y la libertad regulatoria de los Estados miembros lleva a observar la existencia de problemas con la agricultura ecológica por la institucionalización del límite del 0,9% de presencia accidental de O.M.G. y que en las zonas productoras de cultivos transgénicos sea difícil el desarrollo de los otros modelos productivos (Rodríguez y Gmada, 2010).

1.3 Marco y metodología

Para el análisis de los problemas de coexistencia de cultivos en España, y en particular en el caso del maíz, se parte de los criterios que el USDA tiene para diferenciar los diferentes modelos productivos agrarios modernos, estructurados en cuatro grupos (*Factsheet*, 2015):

- Producción convencional (isogénica o industrial).
- Producción de identidad preservada.
- Producción ecológica.
- Producción con O.M.G. (transgénica).

Los mayores problemas de coexistencia se dan entre la producción ecológica y la transgénica. Esta circunstancia se agrava en el caso de España, país líder en la Unión Europea en producción ecológica y transgénica, pero sin una normativa específica sobre

coexistencia; y se perciben con claridad cuando se analiza la situación en regiones como Aragón, con una fuerte presencia de maíz transgénico.

Para analizar el problema, se hace un repaso por todo el marco normativo que afecta a los O.M.G., tanto a nivel internacional, como europeo y nacional. El marco legislativo internacional se basa en los protocolos del *Codex Alimentarius* (Mandatos 1999-2003 y 2004-2008), el *Protocolo de Cartagena* y el *Convenio de Aarhus*. El marco reglamentario europeo parte de la Directiva 90/220/CEE, llegando a la Directiva/412/UE y la propuesta de la Comisión que el Parlamento Europeo no aceptó en octubre de 2015. El entorno normativo español sobre O.M.G. parte de las transposiciones de las Directivas europeas al ordenamiento jurídico nacional. Considerando la descentralización administrativa a nivel autonómico, se estudia el caso de Aragón, primera región en cultivo de O.M.G. en toda Europa.

En este marco se analiza la incidencia de los diferentes modelos productivos de maíz en España y en otras partes del mundo. También, se estudian los condicionantes agronómicos del cultivo del maíz que evidencian los problemas de coexistencia y las recomendaciones técnicas aplicables. Por último se analiza la situación de Aragón y se indagará sobre su teórica rentabilidad e idoneidad. El TFM se cierra con unas conclusiones.

2. EL CULTIVO DEL MAÍZ EN ESPAÑA

2.1 El maíz en España

La superficie española dedicada al cultivo del maíz sigue una clara tendencia descendente (Anexo – Gráfica 1). Los agricultores necesitan una menor superficie para obtener mayores producciones, debido al uso de semillas certificadas, mejores técnicas de cultivo y optimización de los insumos agrarios. Como prueba está el constante incremento del rendimiento por hectárea, con ligeros descensos no significativos en la media de los 25 últimos años. El maíz ha experimentado desde el año 2007 un notable incremento en su precio, sometido a procesos especulativos.

Las comunidades autónomas con mayor producción son Castilla y León (25%), Extremadura y Aragón (entre el 15% y el 25%). Otras comunidades con una producción destacable son Castilla la Mancha, Andalucía y Cataluña (MAGRAMA, 2016).

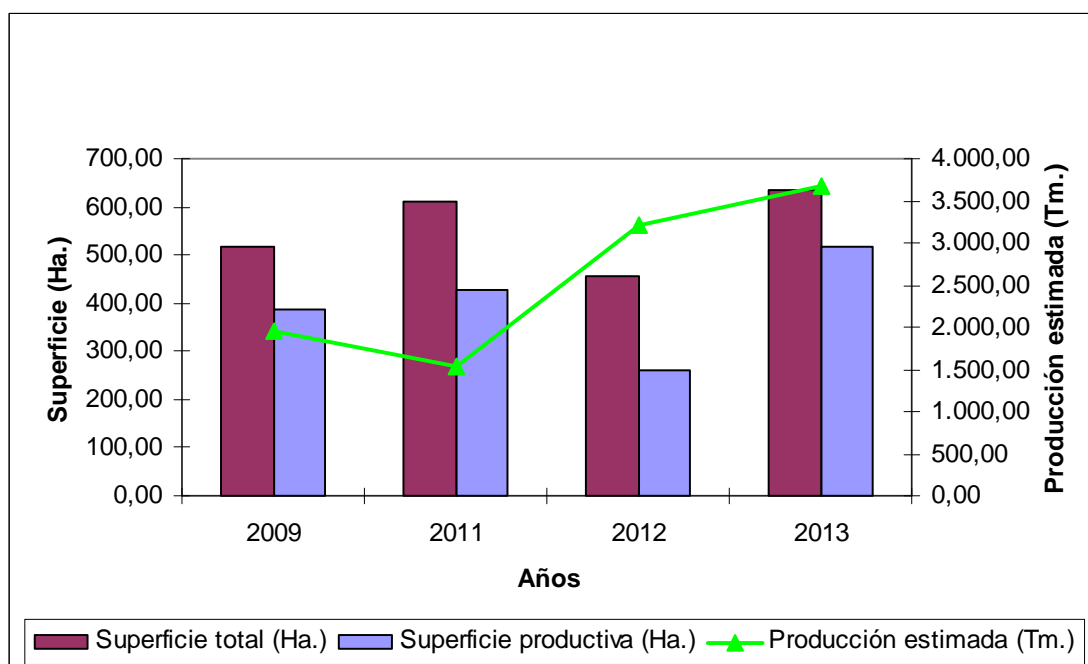
España es un país deficitario en maíz. Precisa recurrir a importaciones muy cuantiosas para satisfacer el consumo total nacional. Los principales países abastecedores son Francia, Argentina y EE.UU.

2.2 El maíz ecológico en España

La agricultura ecológica excluye el uso de productos químicos de síntesis con el objetivo de preservar el medio ambiente. Inicia su andadura en España en los años 80. (MAGRAMA, 2015). Ha experimentado un fuerte incremento de superficie cultivada en los últimos años (Anexo – Gráfica 2). Esto puede deberse a la fuerte protección que esta actividad agraria tiene por parte de las distintas administraciones y a la necesidad de los agricultores y ganaderos de optimizar y diferenciar sus inversiones. No obstante, la caída reflejada a partir de 2011 resulta muy significativa. Algunos autores opinan que las características de la agricultura ecológica pueden no compensar los sobreprecios alcanzables en mercado (Tobalina, 2013).

Si se compara el año 2013 con el 2000 en relación a la superficie de cada grupo de cultivos (Anexo – Gráficas 3 y 4), los pastos son el aprovechamiento que mayor superficie ecológica ocupa, siendo el olivar, cereales y leguminosas los siguientes a cierta distancia (I.A.E., 2015).

GRÁFICA 1. – SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ ECOLÓGICO EN ESPAÑA (Ha. y Tm.)
Periodo 2009/2013



Fuente años 2012 y 2013: MAGRAMA Estadísticas de agricultura ecológica. Publicados en 2013 y 2014.

Fuente año 2011: MAGRAMA Caracterización sector producción ecológica. Publicado en 2012

Fuente año 2009: MAGRAMA Valor y volumen productos ecológicos. Publicado en 2010

Elaboración propia

La superficie de maíz ecológico de los últimos años tiende al estancamiento, reduciéndose en 2013 el diferencial entre superficie total y superficie productiva respecto a años anteriores (Gráfica 1).

La relevancia del sector ganadero (Anexo – Gráfica 5) sigue una tendencia sostenida y creciente. Este aspecto nos puede llevar a considerar el maíz ecológico como componente fundamental para la elaboración de piensos y su necesaria diferenciación. Existe cierta coincidencia con la producción de maíz ecológico en España de la Gráfica 1.

Teniendo en cuenta la importancia que el maíz tiene para la alimentación animal, se destaca que el sector principal es el vacuno de carne, con un número de operadores claramente superior respecto al ovino de carne (Anexo – Tabla 1).

Los ascensos en los totales interanuales son muy sostenidos en el periodo 2000/2005 (Anexo – Gráfica 6), no así en los años siguientes hasta 2011, en los que se produce un incremento vertiginoso para después moderar el crecimiento y descender el último año, por el posible encarecimiento de los costes.

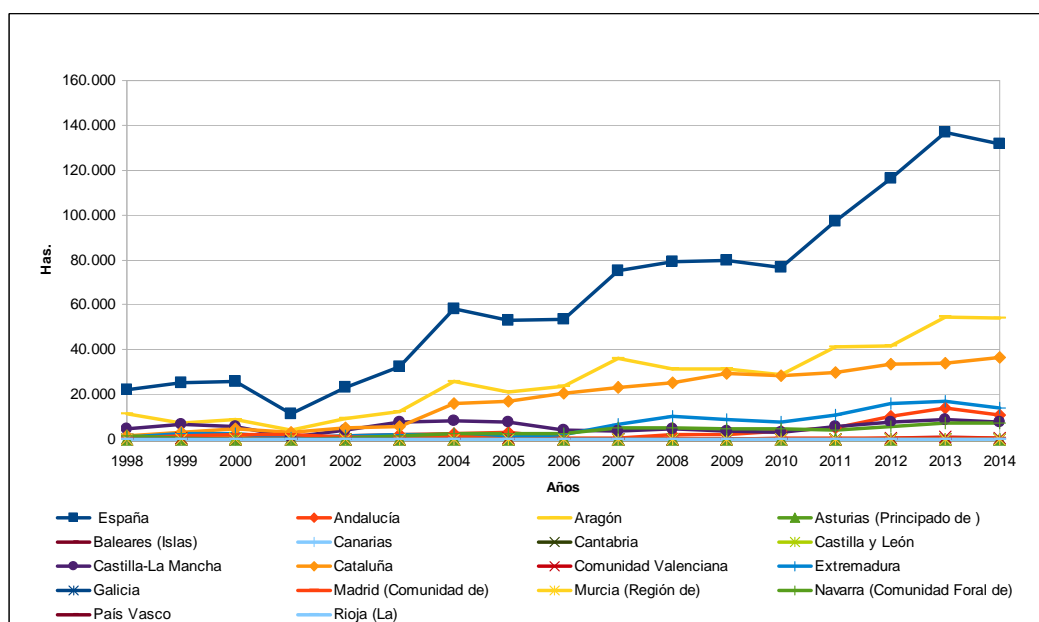
2.3 El maíz transgénico en España

El único cultivo transgénico autorizado hoy en la Unión Europea es el maíz Bt (*European Commission*, 2015). Si bien es cierto que algunos Estados miembros han decidido prohibir su cultivo en sus territorios, alegando las medidas de salvaguardia dispuestas por la normativa europea, en otros no ha sido así, como España. Sólo la Comunidad del País Vasco prohibió su cultivo por Decreto autonómico. El litigio concluyó con la derogación de la prohibición (Decreto 219/2010 en BOPV).

España ha sido el primer país de la Unión Europea en sembrar variedades transgénicas. Su cultivo se inició en 1998. A partir del año 2003 empiezan a comercializarse nuevas variedades de maíz Bt, las únicas que se cultivan actualmente (MAGRAMA, 2012). Con el MON 810 incorporan el gen de resistencia a lepidópteros “*cry1Ab*” (Ministerio de Medio Ambiente, 2006), actualmente en curso de renovación.

La evolución de la superficie dedicada a maíz transgénico en España ha seguido una progresiva tendencia ascendente (Gráfica 2). En 1998 esa superficie era de 22.317 has. En 2004 ya superaba las 58.000 hectáreas, lo que suponía un 12% de todo el maíz cultivado a nivel nacional. Pero en 2013 ha registrado su máximo histórico con 136.962 has, lo que supone un 31% del total. Este máximo se repite en 2014, si bien el total registrado ese año fue inferior, al igual que ocurrió con la superficie total de maíz. Las comunidades autónomas con más superficie transgénica son Aragón, Cataluña, Extremadura y Andalucía. Aragón y Cataluña son las que mayor diferencia registran respecto a todas las demás.

GRÁFICA 2. – SUPERFICIE CULTIVADA OMG EN ESPAÑA (Ha.)
Periodo 1986/2014



Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (I.A.E., 2015). Elaboración propia.

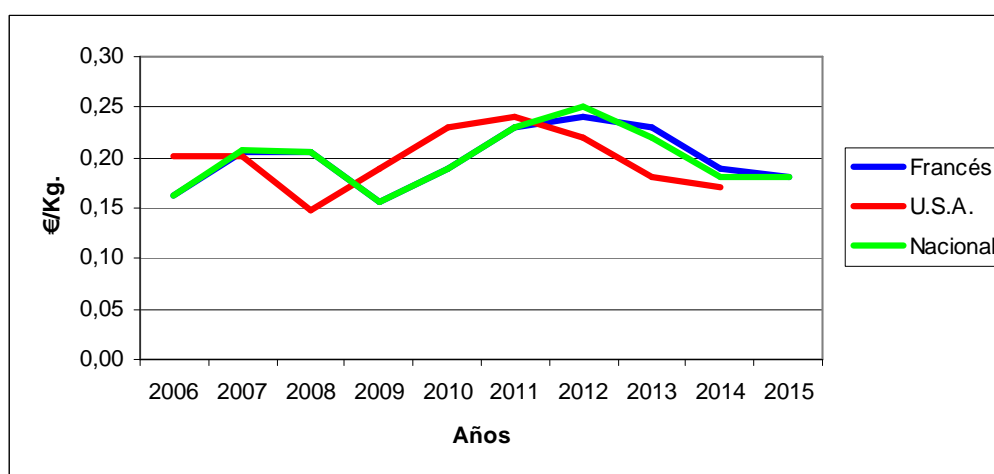
Para comparar la superficie dedicada a este tipo de maíz en la Unión Europea (Anexo – Gráfica 7). Se deben hacer tres grupos: Unión Europea a 15, Unión Europea a 25 y Unión Europea a 27. Los valores de la Unión Europea a 15 destacan por la gran superficie destinada a cultivo en España. Promediando los datos, la tendencia es ascendente y contenida. En 2006, en la Unión Europea a 27, sólo Rumania sembró más de 100 has. (Anexo – Gráfica 8). Tras la moratoria tomada por este país sobre los cultivos transgénicos, la superficie europea dedicada a estas variedades es insignificante, a excepción de España, cuya superficie marca esa tendencia ascendente. Esta circunstancia, a escala mundial, deja a la Unión Europea en una posición intrascendente en lo referente a cultivos transgénicos (Anexo – Gráfica 9).

2.4 El maíz de agricultura “convencional” o isogénico en España

Este modelo es el que actualmente impera en los países desarrollados y es el más extendido. A este tipo de agricultura también se le da el apelativo de “*tradicional*” o “*intensiva*” (Sanagustín, 1981). Por mera exclusión se clasifica como maíz convencional aquel que no se desarrolla según los modelos ecológico o transgénico.

Los precios se mueven en una horquilla que suele ir de los 0,15 a los 0,25 €/Kg. de maíz. Esta cifra se queda lejos de los 0,30 €/Kg. que ha cotizado el maíz ecológico en la Lonja del Ebro el 28 de diciembre de 2015. La evolución de precios se puede apreciar en las cotizaciones de las lonjas. A continuación se adjuntan los precios medios del maíz “convencional” (Gráfica 3) según cotizaciones de la Lonja de Reus en el periodo 2006/2015 (Lonja de Reus, 2016).

GRÁFICA 3. – EVOLUCIÓN PRECIOS MEDIOS DEL MAÍZ EN LONJA DE REUS (€/Kg.)
Periodo 2006/2015



Fuente: Lonja de Reus. Histórico de evolución de precios. Evolución anual del precio del maíz periodo 2006/2015. Elaboración propia.

Se han contrastado tres orígenes: maíz francés, maíz nacional (español) y maíz U.S.A. en Tarragona. Al comparar las gráficas, a parte de un menor precio del maíz americano, se aprecia que este último marca la tendencia de las cotizaciones de los maíces europeos en los años siguientes.

Al no publicarse datos de maíz convencional, estos se han obtenido de la diferencia del total con la superficie registrada de maíces ecológicos y de O.M.G. (Anexo – Gráfica 10).

La superficie total dedicada al cultivo del maíz describe una trayectoria descendente en su último año. Esta tónica es similar en la superficie convencional, incluso ligeramente más marcada, debido principalmente al decidido impulso que está teniendo la superficie con cultivo transgénico. La ecológica, pese a verse incrementada durante el año 2013, en relación con los otros dos modelos agronómicos resulta insignificante.

Si se establece una comparativa respecto a los porcentajes que representan cada uno de los modelos productivos de maíz, aparecen unos datos irrelevantes para el maíz ecológico, quedando patente el paulatino incremento porcentual que suponen los cultivos de maíz transgénico. La disminución de la superficie del cultivo convencional el año 2013 ha representado un incremento del 10% de la superficie O.M.G.

Si se comparan los precios de cotización con la superficie, sí que habría una relación. Es en el periodo 2012-2013 cuando hay una bajada de ambos datos, si bien las producciones

fueron altas. Esto podría explicar la búsqueda de una mayor rentabilidad en otras opciones agronómicas.

La situación del maíz ecológico es diferente. En este caso la cotización suele incrementarse un 80% sobre el precio del maíz convencional. Sin embargo, pese a registrar ascensos relativamente importantes, los problemas de explotación y los costes de certificación no son atractivos para los agricultores.

Sobre la existencias de cotizaciones diferenciadas para los maíces O.M.G. y convencionales no transgénicos, no se ha llegado a encontrar información fiable que permita la diferenciación económica de uno u otro modelo.

3. LA REGULACIÓN DE LOS TRANSGÉNICOS Y LA COEXISTENCIA

Existe un debate abierto sobre los O.M.G. Preocupa su inocuidad en los alimentos así obtenidos y en el medio ambiente y su impacto futuro en la nutrición tanto en lo que respecta a su diversidad como a la aparición de oligopolios. Teniendo en cuenta la gravedad de esos efectos, es necesario regular y vigilar todas y cada una de las introducciones de O.M.G., algo que se viene haciendo desde diferentes instituciones. La regulación de la coexistencia es parte del entramado institucional de la regulación de los OMG en la Unión Europea.

3.1 El marco legislativo.

3.1.1 Situación internacional.

Los productos transgénicos deben cumplir con los criterios establecidos de ser necesarios, útiles, seguros para la salud humana y el medio ambiente, con todas sus características bien detalladas y que sean estables en el tiempo. Se desarrollan a nivel internacional protocolos, como el del *Codex Alimentarius*, que por medio de mandatos (1999-2003 y 2004-2008) elabora normas, directrices u otros principios para los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos (Codex Alimentarius, 2015).

Mediante el “*Protocolo de Cartagena*”, en línea con la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se garantizaría un nivel adecuado de protección dentro del campo de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes del uso de la biotecnología moderna y que puedan tener efectos adversos para el medioambiente y su diversidad, teniendo también en consideración los riesgos para la salud humana. Un Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología facilita el intercambio de información sobre Organismos Vivos Modificados y ayuda a los países en la aplicación del Protocolo (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2000).

Por el “*Convenio de Aarhus*”, se reconocen los derechos públicos sobre el acceso a la información, a la participación pública y el acceso a la justicia, en los procesos de toma de decisiones gubernamentales en materias que afecten al medio ambiente local, nacional o transfronterizo (MAGRAMA, 2016).

3.1.2 Situación en la Unión Europea

La Unión Europea, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente, ha venido regulando las actividades con O.M.G. mediante Directivas. La Directiva 90/220/CEE suscitó una fuerte controversia. Trataba sobre liberaciones voluntarias al medioambiente de O.M.G. con fines experimentales o de comercialización. El *principio de precaución* se incorporó al conjunto de disposiciones ético-jurídicas destinadas a redefinir la relación entre el hombre y el medioambiente en la Cumbre de la Tierra de 1992. (Rodríguez y Salazar, 2010). En razón de este principio, se introdujeron dos procedimientos rectores: el “*paso por paso*” y el de “*caso por caso*”. Al amparo de esta Directiva fueron aprobados gran parte de los O.M.G. todavía autorizados.

Las crisis alimentarias acaecidas en Europa, junto con un aumento de la presión de grupos sociales anti-transgénicos, han incrementado la desconfianza ciudadana hacia las instituciones que velan por la salud de los consumidores (Rodríguez y Salazar, 2010). Esto trajo consigo la promulgación de la Directiva 2001/18/CE sobre liberación intencional en el medio ambiente de O.M.G. A día de hoy es la única que concede autorizaciones para el cultivo de estos O.M.G., reafirmando el principio de cautela (Art. 1 apdo. 1) y los procedimientos de “*paso por paso*” y el de “*caso por caso*” (Riechmann, 2004).

Esta directiva recoge ciertos aspectos en relación al etiquetado de los O.M.G. (Parte C relativa a comercialización). Contiene una cláusula de salvaguardia (Art. 23) mediante la cual un Estado miembro puede restringir o suspender temporalmente la comercialización o uso de O.M.G., pese a estar autorizado.

Se trata de una conjugación del principio de unidad de mercado y libre circulación de bienes autorizados, por un lado y del de precaución como norma rectora en la seguridad, por otro (Rodríguez y Salazar 2010).

A raíz de esta nueva Directiva, en la Unión Europea se constituyó en 2002 la *Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria* (EFSA) (Reglamento CE nº 178/2002 de 28 de enero y sus posteriores modificaciones), encargada de la evaluación científica del impacto de los O.M.G. en el medioambiente y la salud humana. También armoniza, aglutina y homogeneiza las distintas organizaciones que regulan o asesoran a los órganos legislativos en materia biotecnológica.

En 2003, se promulgaron los Reglamentos (CE) nº 1829/2003 y nº 1830/2003, sobre alimentos y piensos modificados genéticamente, su etiquetado y trazabilidad. El primero delimita las etapas del procedimiento para la autorización de nuevos O.M.G., protegiendo e informando a los consumidores para permitir su derecho a elegir.

Sobre trazabilidad y etiquetado, el Reglamento (CE) 1830/2003 establece la necesidad de un control estricto a lo largo de toda la cadena agroalimentaria, obligando en todas las fases de producción, distribución y comercialización a reseñar por escrito la mención “*contiene o está compuesto por O.M.G.*” (Artículo 4 apartado 6). El Reglamento 1830/2003 introdujo importantes modificaciones en la Directiva 2001/18/CE. Destaca lo referente a coexistencia en un apartado que se añade al artículo 21.

Con la plena aplicación del Reglamento (CE) 1830/2003, se da por finalizada la *moratoria de facto* que enfrentaba a la Unión Europea con la Organización Mundial de Comercio (Rodríguez y Salazar, 2010).

Con el fin de evitar problemas de cohabitación se promulgó la Directiva 2001/18/CE, que establece medidas para impedir la presencia accidental de O.M.G. La Recomendación 2010/C 200/01 de la Comisión, de 13 de julio de 2010, marca unas directrices para el desarrollo de medidas nacionales de coexistencia que eviten ese “*escape de genes*” (Considerando 7).

Por este motivo se promulga la Directiva (UE) 2015/412 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2015, disponiendo que:

- Los Estados miembros adoptarán las medidas adecuadas en las zonas fronterizas para evitar toda contaminación (Art. 1 Apdo. 1 bis).
- Cada Estado puede decidir libremente sobre la comercialización de O.M.G. (Art. 26 ter).

A día de hoy, existen dos escenarios en lo que respecta a la autorización de O.M.G. en el territorio de la Unión Europea. Ambos casos precisan de autorización previa:

- a) El de su cultivo.
- b) El de la comercialización e importación de estos organismos.

Actualmente, en la Unión Europea sólo está permitido el cultivo de maíz O.M.G. En concreto el que contiene el evento MON 810, autorizado desde 1998 y pendiente de renovación. No obstante existen 8 solicitudes pendientes de decisión.

En comercialización entran en juego intereses con terceros países. En este momento existen 58 organismos autorizados en la Unión Europea y otros 58 están pendientes de esta autorización. Sobre este aspecto, la Comisión quiere que los países tengan la última palabra, ampliando la propuesta de la Directiva 2015/412/UE a los alimentos y piensos modificados genéticamente. La Comisión de Medio Ambiente y Seguridad de los Alimentos del Parlamento no opina lo mismo, pues conllevaría controles en fronteras, lo que afectaría al libre mercado interior (Servicio de Prensa del Parlamento Europeo, 2015).

La propuesta de la Comisión fue llevada al Pleno del Parlamento Europeo en octubre de 2015 y no se aceptó, por lo que el proceso de autorización de nuevos O.M.G. está actualmente en revisión. Esto deja en suspenso las nuevas autorizaciones (Servicio de Prensa del Parlamento Europeo, 2015).

3.1.3 Situación en España

Las Directivas 90/219/CEE y 90/220/CEE fueron transpuestas al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 15/1994 de 3 de junio, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de O.M.G. Ésta fue sustituida por la Ley 9/2003, desarrollada por medio del Real Decreto 178/2004. Es en este Real Decreto donde se recogen los contenidos de las Directivas y Decisiones de la Comisión cuyo desarrollo y adaptación no están incluidos en la citada Ley. El Real Decreto se modificó con el Capítulo V del 367/2010, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente.

En ese Reglamento se desarrollan los aspectos necesarios para la efectiva aplicación de la Ley. Hay que destacar que se disponen las competencias de las Administraciones públicas y de los órganos de la Administración General del Estado (Título I, Capítulo II del Texto consolidado RD 178/2004).

Dada la peculiaridad administrativa autonómica que tiene España, la Ley 9/2003 destina el Capítulo II del Título I a detallar las competencias del Estado y las Comunidades Autónomas (Art. 5 del Texto consolidado RD 178/2004). Como corolario a esta ley, se redactan cinco Disposiciones adicionales.

3.1.4 Situación en Aragón

La Ley 9/2003 establece la división competencial entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas. Las competencias reconocidas para éstas últimas se recogen en Art. 4.

Dado que el estudio se centra en el cultivo modificado del maíz y que Aragón es la comunidad autónoma que mayor superficie dedica a este cultivo en España, se analiza la normativa publicada en esta región al respecto.

El Decreto 142/1998, de 7 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se regula el régimen jurídico en materia de actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente o de productos que los contengan; vino a inaugurar en lo normativo el campo competencial de la comunidad aragonesa en O.M.G. Este Decreto responde a la competencia dispuesta en la Ley 15/1994 (hoy derogada).

Tras la entrada en vigor en España de la Ley 9/2003, según se establece en la disposición adicional tercera, debe existir un Registro Central en el ámbito estatal. Este se nutre, entre otros, de los datos que le suministren las Comunidades Autónomas. Por lo tanto se hace necesario crear en el ámbito aragonés un Registro de O.M.G. Así nace el “*Registro de Organismos Modificados Genéticamente en la Comunidad Autónoma de Aragón*” mediante la aprobación de la Orden de 1 de julio de 2004, quedando adscrito al Departamento de

Agricultura y Alimentación. En él se articula también su contenido, inscripciones y funcionamiento (Arts. 1 a 6) y un anexo con el detalle de la ficha de datos para el registro.

El necesario reparto competencial dentro de la comunidad autónoma de Aragón llevó a la aprobación del Decreto 65/2006, de 7 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se determinan los órganos competentes de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón y se establecen las reglas de procedimiento, en materia de actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de los O.M.G.

Este Decreto sigue el modelo del 142/1998 en el que se establece un órgano colegiado, llamado “*Comisión Interdepartamental de O.M.G.*” (Art. 2 Dto. 65/2006), configurado de forma similar al Consejo Interministerial de O.M.G. de la Administración General del Estado, favoreciendo la comunicación y coordinación entre Administraciones (Art. 4 pto. 2).

El Gobierno de Aragón, en su página Web, dispone de un acceso libre y público para conocer las solicitudes presentadas y su tramitación. En 2013 se resolvieron las 2 últimas solicitudes, sin que haya constancia de otras nuevas (Gobierno de Aragón, 2015).

3.2 Regulación de la coexistencia o cohabitación.

3.2.1 Situación en la Unión Europea

En Europa se registran las diferentes alternativas de producción, pero la coexistencia solo se refiere a los aspectos económicos y jurídicos derivados de la mezcla accidental de cultivos, no haciendo referencia a problemas medioambientales o de salud. Es por esto que la normativa debe dirigirse hacia medidas de gestión eficientes en lo económico y en lo técnico, de forma que se reduzcan los problemas por mezcla accidental (Rodríguez y Salazar, 2010).

La coexistencia se basa en dos puntos:

- a. Libre ejercicio de las actividades económicas.
- b. Los derechos de acceso a información y de consumo a usuarios.

Se respalda con mecanismos formales e informales de regulación, basados en el principio de subsidiariedad hacia los Estados miembros. En 2003 se adoptó la Recomendación 2003/556/CE, con el fin de garantizar y ayudar a cada país en la elaboración de sus propias estrategias y mejores prácticas nacionales sobre coexistencia.

Diversos estamentos de la Unión Europea alertaron sobre el necesario establecimiento de un marco jurídico común sobre la coexistencia, evitando disparidades entre Estados miembros (Rodríguez y Salazar, 2010). Desde 2005, la Comisión administra un grupo de red para el intercambio y coordinación de información relativa a la coexistencia de los cultivos genéticamente modificados, convencionales y ecológicos llamado COEX-NET.

En 2006, la Comisión publicó un informe sobre la aplicación de las medidas nacionales de coexistencia junto con un documento de trabajo. Tras la organización de la Conferencia de Viena sobre la convivencia, el Consejo de Ministros de Agricultura concluyó que en el futuro los trabajos sobre este tema tendrán como principal requerimiento el desarrollo de medidas de coexistencia para cultivos específicos [Comunicación de la Comisión COM (2006) 104 final].

En 2009, la Comisión emitió un segundo informe. Era una revisión de las medidas aplicadas para este fin en cada país y en respuesta a lo requerido por el Consejo. Se detectó que se había avanzado en la legislación, que la superficie de cultivos O.M.G. había crecido ligeramente, que los cultivos O.M.G. no han supuesto un perjuicio contrastable, y que las diferencias regionales y locales llevaron a medidas de coexistencia diferentes que no han supuesto problemas transfronterizos. Deja claro a la Comisión que la aplicación del principio

de subsidiariedad no presenta riesgos manifiestos. Se crea la Agencia Europea para la Coexistencia con el fin de fortalecer la labor de supervisión, información y vigilancia; atendiendo a la nula distorsión de la competencia. A su vez se trató de atender a los diferentes Estados miembros, que solicitaban una revisión de las recomendaciones sobre coexistencia. Todo concluyó con un planteamiento más flexible, priorizando los criterios de cada Estado para favorecer la coexistencia. La Recomendación 2003/556/CE ha supuesto un marco de ayuda, pero no se consideran las especificidades de cada región ó país y sus necesidades (García, 2015).

Al evaluar las situaciones de coexistencia en la Unión Europea, se aprecia (Recomendación de la Comisión de 13 de julio de 2010):

- a. El cultivo de O.M.G. en la Unión Europea influye en la organización de la producción agrícola.
- b. Una presencia de restos de O.M.G. en cultivos (incluso inferior al 0,9%), puede causar perjuicios económicos a la hora de su comercialización.
- c. Necesidad de una mayor flexibilidad a los Estados Miembros.

Si se identifica un riesgo de cualquier O.M.G. tras la concesión de la autorización, la normativa establece que los Estados dispongan de una cláusula de salvaguardia y medidas de emergencia que prohíban o restrinjan el cultivo de O.M.G.

La Comisión planteó el 13 de julio de 2010 la necesidad de revisar la Recomendación de 2003. En la Recomendación 2010/C 200/01 se disponen unos principios generales que marquen las medidas nacionales:

- a. Transparencia, cooperación transnacional y participación de las partes interesadas.
- b. Proporcionalidad.
- c. Niveles de mezcla que no se deben superar con las medidas nacionales de coexistencia.
- d. Medidas para crear “*zonas libres de O.M.G.*”
- e. Normas sobre responsabilidades, competencia exclusiva de los Estados.

Según el punto 3, la Comisión debe seguir con la recopilación de información, debiéndola coordinar. Ésta siempre estará basada en estudios nacionales y de la Unión Europea. También ofrecerá asesoramiento técnico sobre coexistencia a los Estados miembros. Se mantiene la coordinación a través del COEX-NET y el asesoramiento técnico por parte de la Oficina Europea de Coexistencia.

3.2.2 Situación en España

La competencia legislativa referente a la coexistencia recae en los Estados miembros. En febrero de 2009, 15 Estados miembros habían aprobado una normativa al respecto, mientras que otros la tenían en fase de proyecto, lo que se notificó a la Comisión en el contexto de la Directiva 98/34/CE.

La Comisión ordenó un estudio sobre la posible violación de los requisitos de coexistencia, responsabilidades e indemnización en los Estados miembros, concluido en 2007 y con el resultado de “*bueno*” (*Austrian Academy Of Sciences*, 2007).

Con la aprobación de la Recomendación 2010/C 200/01 de 13 de julio de 2010 sobre directrices para el desarrollo de medidas nacionales de coexistencia destinadas a evitar la

presencia accidental de O.M.G. en cultivos convencionales y ecológicos, la Comisión considera que las medidas destinadas a evitar esta contaminación deben establecerse a nivel nacional, siguiendo el dictado de los principios generales.

El primer país en sembrar maíz transgénico fue España y también el único en hacerlo durante varias campañas. Hasta 2013 era el principal país cultivador de Europa. Esto hace a España relevante para la consideración de la cohabitación.

Siguiendo las normativas y recomendaciones, se facultó a la Comisión Nacional de Biovigilancia para que elaborara un borrador de Real Decreto sobre coexistencia (Rodríguez y Salazar, 2010).

Las medidas incluidas en este borrador fueron:

- a. Obligatoriedad en el empleo de semilla certificada.
- b. El productor deberá informar por escrito y con una antelación de al menos un mes, de su intención de sembrar O.M.G. al órgano competente y vecinos colindantes.
- c. Distancia de aislamiento de 220 m.
- d. Zona tampón: perímetro de 4 surcos o más de cultivo convencional y que se considerará como transgénico.
- e. Zona de refugio de al menos el 20% de la superficie sembrada. La zona tampón y la distancia de aislamiento tendrán esta consideración.

Destacar que el concepto de coexistencia se centró sólo en la libertad del agricultor para optar por uno u otro modelo de producción. No atendió en profundidad el concepto de coexistencia, la protección de semillas, las distancias de seguridad, registros y autorizaciones de siembra, responsabilidades por contaminación y el establecimiento de zonas libres de transgénicos. Estos aspectos y el umbral de contaminación del 0,9% de O.M.G. en cosecha fueron los dos que más descontento generaron y que motivaron su retirada (Morales y Riechmann, 2005).

La Asociación Nacional de Obtentores Vegetales (ANOVE) facilita una serie de recomendaciones para los cultivadores de maíz O.M.G. Las medidas propuestas en 2009 eran más flexibles que las planteadas en el borrador del Real Decreto (Rodríguez y Gmada, 2010).

ANOVE presentó una *“Guía Técnica y de Buenas Prácticas para el cultivo de Maíz Bt”* para la campaña 2016 (ANOVE, 2016), que introduce aspectos recogidos en las recomendaciones de las casas de semillas y complementa sus propuestas de años anteriores.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y POLÍTICO DE LA COEXISTENCIA DEL MAÍZ EN ARAGÓN

4.1 El problema de las externalidades y la coexistencia

4.1.1 Externalidades y contaminación

Es necesario considerar los aspectos agronómicos del cultivo del maíz para entender la contaminación que puede ocasionar la transferencia genética de la planta O.M.G. a otras con las que esté emparentada. Se entiende como contaminación transgénica toda alteración que sufre un vegetal, tanto en su proceso de cultivo y/o crecimiento como en las fases de recolección y de conservación de la cosecha.

Antes de realizar las primeras plantaciones, el responsable del inserto genético debe asegurar que este queda incorporado en el cromosoma de la planta y que se hereda según el modelo mendeliano, sin diferencias en la estabilidad genética entre el maíz transgénico y la planta parental. Debe existir seguridad de estabilidad genética y fenotípica. Ninguna de las secuencias implicadas puede dar ni tan siquiera indicios de patogeneidad.

Debe tenerse en cuenta el potencial de las semillas, especialmente las que puedan perderse como restos de cosecha. En el caso del maíz, puede considerarse que éstas son estructuras de supervivencia muy sensibles, por lo que en condiciones ambientales europeas no sobrevivirían en caso de quedar en el suelo tras la cosecha y rara vez producen rebrotes. En caso de invadir hábitats naturales, podría ser eliminado con herbicidas específicos (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Las fuentes de impacto entre cultivos genéticamente modificados y los no modificados o isogénicos son [Recommandation de la Commission C(2003), 23/07/2003]:

- Transferencia de polen desde campos próximos.
- Restos de cosecha sin recoger y durante las operaciones de postcosecha.
- La transferencia de semillas o de cualquier otro material vegetal sin recolectar, en el transporte y almacenamiento y por acción de los animales.
- El rebrote de cosechas anteriores.
- Impurezas en las semillas.

La contaminación que puede alterar directamente a la configuración genética de la cosecha proviene de la transmisión de pólenes de plantaciones transgénicas vecinas, por medio del proceso de fecundación cruzada natural.

La contaminación provocada en recolección y almacenamiento es achacable totalmente a fallos humanos, tanto por un déficit en la limpieza de la maquinaria de recolección como en los medios de transporte y de los lugares de almacenamiento del grano cosechado.

Existiría otro tipo de contaminación no achacable al agricultor. Ésta se debe a la mezcla de maíces procedentes de distintos modelos productivos y que en la industria o almacenes de destino no se diferencian según su origen productivo.

4.1.2 Contaminación por dispersión del polen. El “escape de genes”.

El “escape de genes” (Comisión Nacional de Biovigilancia, 2006) o “introgresión génica”, consiste en la introducción de un gen de una población natural o domesticada en otra de la misma especie.

El polen del maíz se dispersa a través del viento y su transferencia es afectada por aspectos relacionados con la sincronía en tiempos de floración, distancia de aislamiento y condiciones climáticas. Fisiológicamente, es una planta diclinia y monoica (Universidad Católica de Chile, 2015). La viabilidad de la fecundación, si está desarrollada en condiciones óptimas, será total. El desarrollo de los granos dependerá de un correcto aporte de humedad y nutrientes,

especialmente en el momento de crecimiento coincidente con la floración. Lo mismo que en el proceso de llenado del grano (*Pioneer/Argentina*, 2013).

El riesgo de dispersión de pólenes procedentes de cultivos O.M.G. y que afecten a la flora silvestre es algo posible y hay que tenerlo en cuenta a la hora de estudiar los impactos medioambientales. El maíz es una planta que sólo tiene afinidad con los parientes más cercanos (teosinte y tripsacum) y con otros maíces. El intercambio de genes se puede apreciar fácilmente por el efecto Xenia (Guzmán *et al.*, 2008). El impacto entre el maíz transgénico y las variedades locales americanas, conocidas como “maíces criollos” o “landraces”, se debe tener en cuenta por el riesgo de hibridación en introgresión de genes dentro de los autóctonos y las repercusiones que esto podría tener en la diversidad génica del maíz.

Desde el origen de la domesticación y cultivo del maíz se ha aprovechado su capacidad de intercambiar genes para conseguir unas adaptaciones y unos caracteres determinados que en cada momento han interesado. Esto ha hecho que la diversidad genética en campo ha sido y es dinámica por la intervención humana según sus preferencias.

Teniendo en cuenta el flujo natural de polen entre variedades de maíz, en el caso de maíces transgénicos el flujo de genes debe ser analizado a través de investigaciones a pequeña escala en campo, buscando prevenir o controlar los cruzamientos con variedades convencionales o locales. Se han hecho estudios, como el que se ha realizado en México entre variedades modernas de maíz, variedades locales y teosinte (Luna *et al.*, 2001). El polen deja de ser viable en el intervalo de 1 a 2 horas tras la dehiscencia y no se detectó polinización cruzada a más de 300 metros de la fuente emisora. A pequeña escala, se advierte que el cruce de pólenes puede evitarse con distancias de aislamiento, hileras borde y métodos de desespigamiento.

La previsión es, que una vez presentes los maíces transgénicos en una determinada región, esos transgenes se incorporarán en las variedades locales. Si con el tiempo, las nuevas características (transgénicos o no) incrementan o disminuyen su frecuencia, dependerá de varios factores. Esta introgresión podría dar lugar a una persistencia de los transgenes si los alelos introducidos pueden persistir en las poblaciones receptoras (Silva Castro, 2005). Esto, tanto con genes convencionales

- Si el flujo de genes es un evento único o recurrente.
- La tasa de flujo de genes.
- El tamaño de la población receptora y si el nuevo alelo es localmente beneficioso, dañino o neutral.

En Europa no existe este riesgo de introgresión del maíz sobre la flora silvestre, puesto que es un vegetal bien adaptado, pero no autóctono y no tiene filialidad con otras plantas o malezas adventicias. Por consiguiente, la transferencia génica de un O.M.G. sólo afecta a cultivos de maíz convencional y/o ecológico.

Según evaluaciones de riesgo de liberaciones en el campo de plantas O.M.G. elaboradas en su día por el Ministerio de Medio Ambiente, se considera que el polen de maíz es bastante pesado y que no suele recorrer distancias mayores a 20 metros. Esto hace que el riesgo de cruce con cultivos vecinos de maíz se reduzca considerablemente a medida que aumenta la distancia del foco emisor de polen. Así mismo se considera que la probabilidad de intercambio genético depende de factores como la sincronización de polinización y la dirección e intensidad del viento.

La dirección del viento favorece el tránsito del polen desde el cultivo emisor hacia las flores femeninas de las plantas receptoras, incrementando el cuajado (Sauthier y Castaño, 2004). Este estudio determinó que hubo formación de granos a 597 metros alrededor de la fuente

de polen, pero que a distancias mayores a los 97 metros no hay diferencias estadísticamente significativas de granazón.

El Ministerio considera las recomendaciones de la Comisión Nacional de Bioseguridad: una distancia de aislamiento de 200 metros con respecto a los cultivos vecinos de maíz no transgénicos y plantar al menos 4 líneas de maíz convencional en el perímetro del campo, a fin de servir como trampa de polen (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Si atendemos a manifestaciones de Greenpeace, estas medidas serían insuficientes (Carrasco, 2008). Ciertamente se trata de declaraciones de particulares sin contraste por parte de terceros y sin valor científico, pero abre una duda sobre la coexistencia.

Sobre el manejo de la polinización y obtención de semilla de maíz, se considera que al tratarse de una planta alógama y anemófila lo más fácil es que se crucen distintas variedades. Por lo tanto recomienda tomar unas precauciones, considerando la baja viabilidad del polen cuando las temperaturas son altas (*Red Andaluza de Semillas*, 2009).

En respuesta a la pregunta realizada por la D.G. de Agricultura (Comisión Nacional De Biovigilancia, 2006) se dispone que la polinización cruzada entre parcelas colindantes es el factor fundamental de riesgo de contaminación. Los principales agentes intervinientes son:

- Tasa de polinización cruzada.
- Cantidad de polen producido por el cultivo “problema”.
- Viabilidad del polen.
- Sistema de polinización (insectos, viento).
- Ciclos de floración de los cultivos que han de coexistir.
- Clima de la zona.
- Dirección y fuerza de los vientos dominantes.
- Competencia entre el polen propio y el extraño en el estigma receptor.
- Distancia y la topografía de las parcelas.

Este comité de expertos considera que el maíz en Europa tiene bajas posibilidades de supervivencia en caso de presencia adventicia accidental. A parte, la mazorca retiene las semillas fuertemente y éstas tienen un periodo de dormancia muy corto. Uniendo a que el cultivo debe ser muy cuidadoso y tecnificado, deja la polinización cruzada como factor de riesgo. Esto hace difícil la nascencia espontánea y su proliferación fuera de control.

Estudios realizados tras la comercialización de la primera variedad transgénica y que se recogen en el Dictamen, indican que la viabilidad del polen del maíz transportado por el viento decrece con la distancia y su capacidad de fecundación también con el tiempo. Se citan estudios que miden la capacidad de fertilización del polen (Brookes *et al.*, 2004) determinando que el polen más ligero llega más lejos y su viabilidad es menor. Sobre la combinación de tiempo y temperatura, a 20°C y 70% de humedad el polen muere a las dos horas y en menos de una hora a 30°C.

Los ensayos con barreras que este Dictamen cita son de Jones y Brooks y datan de 1952. En ellos se prueba que una sola fila de árboles o arbustos reduce la tasa de fecundación cruzada a la mitad. Las máximas tasas de fecundación cruzada se dan en las filas exteriores de la parcela, decreciendo luego exponencialmente.

Estudios realizados ex profeso en la Unión Europea desde la aparición del concepto de “coexistencia”, y que se recogen en el dictamen, han dado lugar a unas conclusiones sobre separaciones, tasas de fecundación y barreras, algunas relacionadas con el límite del 0,9%.

La producción de eventos regulados, en los que exista la posibilidad de contaminación polínica hacia lotes vecinos, sería factible en caso que el parental que actúa como hembra

sea el que proporcione el carácter en cuestión. De no ser así, se hacen necesarias otras herramientas que minimicen la introgresión génica. No procede pedir el 0% de introgresión. Carece de lógica (Zamora, A.L., 2011)¹, a excepción de procedimientos de selección de semilla².

Sobre la imposición lineal de medidas de coexistencia, considérese que éstas serán mejor acogidas y resultarán más efectivas si atienden a la flexibilidad de cada entorno y productor (Tille *et al.*, 2016).

4.1.3 Contaminación por vía de la maquinaria en los distintos procesos de cultivo del maíz, en su almacenamiento y posterior transformación

Considerando que la viabilidad del polen es muy corta, tan sólo es de temer una transferencia por factores naturales (viento o insectos). Otra vía de contaminación se debe a causas no naturales (mala manipulación de las cosechas y una deficiente limpieza de la maquinaria, medios de transporte e instalaciones de almacenamiento).

En caso de precisarse la diferenciación, el límite del 0,9% de material transgénico es tanto para la semilla como para el transformado que tenga al maíz entre sus componentes. Esto quiere decir que si en campo admitimos un porcentaje próximo a ese 0,9%, a la hora de comercializar un producto transformado ese límite puede superarse y ser entonces preciso el etiquetado del producto, con el agravante de no poder ser empleado en ciertas utilidades.

Para evitar situaciones como esta, el agricultor de maíz transgénico debe mantener un escrupuloso protocolo de limpieza sobre la maquinaria y medios de transporte con una buena gestión del calendario de recolección o con maquinaria para uso exclusivo según cada modelo productivo y una escrupulosa eliminación de impurezas.

Establecer lotes en función de su origen y modelo productivo permite ampliar la gama de producto que se ofrece (*Factsheet*, 2015).

4.2 El problema de la coexistencia en Aragón

4.2.1 El cultivo del maíz en Aragón

Aragón ha experimentado un fuerte crecimiento en este cultivo, especialmente en el Valle del Ebro, lo que resulta el caso idóneo para el análisis de los problemas de coexistencia. Las actuaciones en nuevos regadíos, como las realizadas hace varios años en los Monegros y las más recientes del Plan PEBEA y del Canal Calanda – Alcañiz, han facilitado su implantación.

Según avances de datos de julio de 2015, en España se esperaban 381.897 ha sembradas de maíz. Esto iba a suponer en noviembre de 2015 una producción de 4.314.720 Tm. En Aragón, para esos mismos periodos de tiempo hay una expectativa de 61.421 ha., con una producción de 765.684 Tm. (MAGRAMA – Secr. Gral. Técnica, 2015). Según estos datos, y estableciendo proporciones, en 2015 en Aragón se sembró el 16% del maíz de España y ha producido el 18 % del mismo. Si se analizan los rendimientos, en España son de 11.298 Kg/ha, mientras en Aragón son de 12.466 Kg/ha. Ese incremento de 1.168 Kg/ha que registra Aragón puede deberse a las plantaciones de los últimos años, situadas en parcelas

¹ Flexibilidad normativa al uso de semillas no ecológicas o del etiquetado de alimentos con hasta el 5% de compuestos no ecológicos.

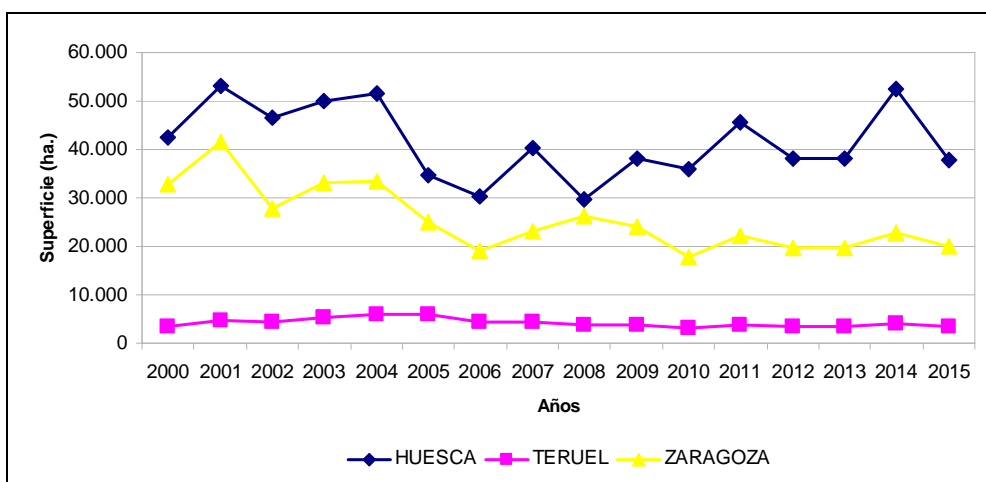
² Lo óptimo, mezclar unas técnicas con otras, sin que alguna de éstas no sea novedosa (Benavente, R.P., 2016).

de tradición cerealista de secano que tras ser transformadas en nuevos regadíos, obtienen altas rentabilidades.

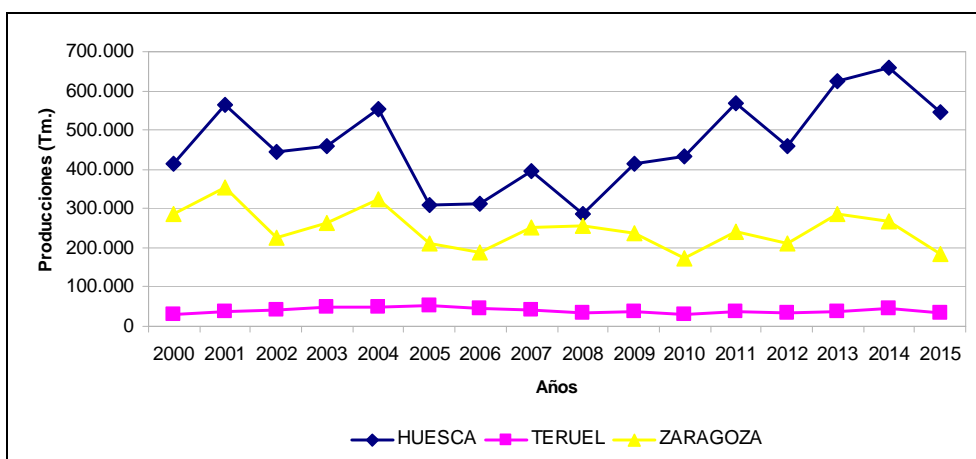
El cultivo del maíz se caracteriza por demandar un alto consumo de agua. No es casualidad que la mayor parte de las plantaciones maiceras se encuentren en el Valle del Ebro, representado por su río, el más caudaloso de España y beneficiado por los afluentes de su margen izquierda que permiten asegurar el riego.

Para apreciar la evolución del cultivo del maíz en Aragón en el periodo 2000/2015, atendiendo a la evolución de superficie, producción y rendimiento (Anexos – Tabla 2), se presentan las siguientes gráficas (4, 5 y 6), estructuradas por provincias.

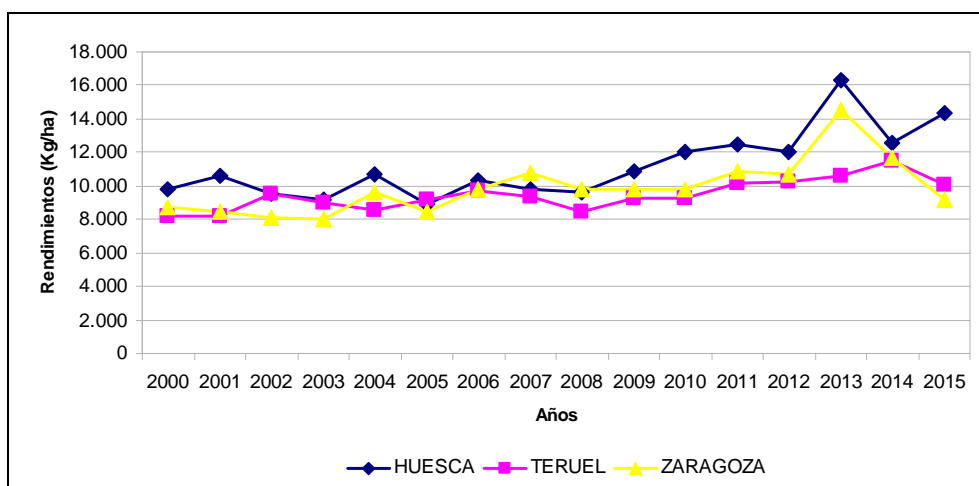
GRÁFICA 4. – SUPERFICIE DE MAÍZ EN ARAGÓN (ha.)
Periodo 2000/2015



GRÁFICA 5. – PRODUCCIONES DE MAÍZ EN ARAGÓN (Tm.)
Periodo 2000/2015



GRÁFICA 6. – RENDIMIENTOS DE MAÍZ EN ARAGÓN (Kg/ha)
Periodo 2000/2015



Fuente Gráficas 4,5 y 6: Instituto Aragonés de Estadística. Elaboración propia.

Por provincias, la de Huesca es la que más superficie destina a maíz. La provincia de Teruel ha perdido cierta importancia estos últimos años en lo que a extensión se refiere, con datos muy estables. La superficie de maíz en Zaragoza es la que ha experimentado mayores descensos, quedando estos últimos años en la mitad de los máximos alcanzados al principio del periodo.

Sobre la producción, Huesca sigue siendo la que mejores datos registra. Es resaltable una clara tendencia creciente en esta provincia, mientras Teruel se mantiene estable y Zaragoza baja, en clara relación con la superficie cultivada.

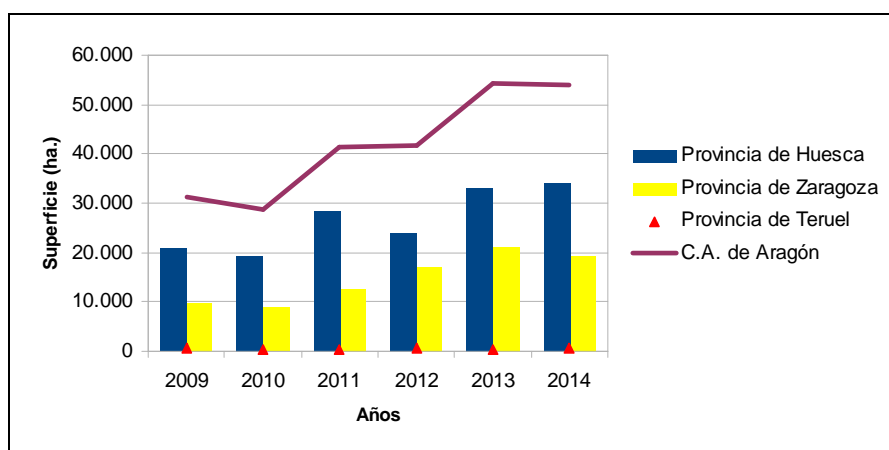
En lo referente al rendimiento, las tres provincias muestran sus mayores registros en los últimos años. En Huesca son mayores y menores en Teruel.

4.2.2 El maíz transgénico y ecológico en Aragón.

En la Gráfica 2 se apreciaba como Aragón es la comunidad autónoma que más ha optado por la opción transgénica, aventajando en casi una tercera parte a la siguiente con cultivo transgénico, que es Cataluña. Aragón registró en 2014 el 41,1% de la superficie O.M.G. de España y, actualmente, cultiva sobre el 35% del maíz transgénico de toda Europa (Anexo – Gráfica 11).

Por provincias, sigue siendo Huesca la que más superficie dedica a estas variedades, con un área total cultivada de 34.103 ha en 2014. Esto ha supuesto sobre el 75% de todo el maíz sembrado en su territorio (Anexo – Gráfica 12). Respecto a todos los transgénicos aragoneses, Huesca cultiva el 63% de ellos y a nivel nacional, supone más de ¼ parte de la superficie transgénica (Anexo – Gráfica 13). Zaragoza destaca porque, del total de su superficie de maíz, en 2014 el 86% correspondía a variedades transgénicas (Gráfica 7).

GRÁFICA 7. – SUPERFICIE DE MAÍZ TRANSGÉNICO EN ARAGÓN (ha)
Periodo 2009/2014



Publicado: IAEST el 03/07/2015.

Fuente: MAGRAMA. Datos corregidos (Anexo – Tabla 3) y elaboración propia.

A nivel de Aragón, la superficie de maíz transgénico ha venido experimentando un crecimiento considerable, pero no progresivo.

Si comparamos la importancia la superficie del maíz oscense respecto a la nacional, la proporción es mucho menor, representando tan sólo el 9% en 2014 y toda la superficie de Aragón alcanza tan sólo el 14%. Llama la atención este desfase entre la superficie total de maíz y la proporción de transgénico sembrada (Anexo – Gráfica 14).

No se ve con claridad las causas que empujan a los agricultores aragoneses a sembrar variedades Bt. A un cúmulo de circunstancias puede unirse el carácter de su población agraria, muy subsidiada y sin fondo crítico (Fernández-Wulff, 2013).

Se ha intentado recoger información sobre superficies y producciones de maíz ecológico en Aragón, para compararla y de esta forma ver si existe “efecto expulsión”. Esto no ha sido posible por no existir datos concretos durante una serie de años y los pocos que se han recogido carecen de fiabilidad.

4.2.3 Costes y precios del maíz en Aragón. Influencia de estos parámetros en la opción transgénica.

Al analizar la evolución de los precios del maíz en Aragón, para de esta manera ver si existe una motivación económica, se aprecia que la tendencia no difiere de la nacional. Esto se corrobora de forma categórica cuando en el mercado prima el principio de equivalencia sustancial, pues no se registran precios diferenciados entre maíces transgénicos y convencionales. No ocurre en el caso de los ecológicos, que en lonja suelen cotizarse en torno a los 30 €/100 Kg.

Partiendo de que el maíz ecológico tiene un precio superior, entonces sólo cabe indagar si existen diferencias en el coste de cultivo de los dos modelos agronómicos que comparten precios (Anexo – Estudio estimativo de costes).

Del estudio se deduce que con buenas producciones, las diferencias entre beneficios no son significativas.

5. CONCLUSIONES

Como se expone al principio, las posibilidades de un incremento de la productividad de mano de la biotecnología están avaladas por algunos expertos. Esto hará posible una reducción de la superficie cultivada con incrementos de producción y rendimientos.

La situación normativa es muy dispar. Es a partir del Reglamento (CE) 1830/2003, cuando aparece la preocupación por la coexistencia, dejando el control a los Estados miembros. En España no existe regulación sobre coexistencia. Tan sólo hubo borradores que no llegaron a ser publicados. Esto quiere decir que no existe normativa a la que recurrir para que todo aquel que, viéndose afectado, ejerza su derecho, bien como productor de O.M.G., así como de otros modelos agronómicos afectados por algún tipo de contaminación transgénica. El problema de la cohabitación tiene una clara raíz económica que puede generar un quebranto en la defensa de los afectados. Un vacío normativo sobre coexistencia, tal y como ocurre en España, supone una dificultad para conseguir la cohabitación de los diferentes modelos productivos.

No se entiende como la Unión Europea acepta un resultado calificado como bueno en un estudio sobre los requisitos de coexistencia, responsabilidades e indemnización. No pueden evaluarse conjuntamente países que no autorizan los cultivos O.M.G. con otros, como España, sin regulación.

Según todas las conclusiones, basadas en numerosos datos experimentados, y considerando que los resultados se han obtenido tanto en situaciones de ensayo como en reales de campo, la coexistencia es técnicamente posible con medidas aplicables a nivel de la explotación agrícola y siempre basadas en criterios científicos sólidos que tengan en cuenta los mejores resultados de las investigaciones disponibles, así como la experiencia adquirida sobre el terreno y condicionada por las peculiaridades orográficas, climáticas y sociales del terreno. La contaminación transgénica se agrava en caso de introgresión génica y por el uso de maquinaria e instalaciones no diferenciadas por modelos productivos, favorecido esto al no existir diferenciales de precios entre los maíces isogénico y transgénico, aplicándose el modelo de equivalencia sustancial.

Sobre la agricultura ecológica, ésta rompe su marcha ascendente de los años precrisis. Los descensos no pueden ser achacables únicamente a un problema de coexistencia, influyendo sus costes elevados, que la hacen prescindible sin que existan problemas de abastecimiento. De lo contrario, no habría declives en la fabricación de piensos ni en operadores de ganado. Esto limita el criterio de que la falta de regulación supone un efecto de expulsión del maíz ecológico. Para ser correctamente cuantificado debería hacerse un estudio micro, en unidades geográficas inferiores a la región.

Serían varias las razones que explicarían que Aragón esté apostando de forma tan decidida por el maíz transgénico. La orografía de las explotaciones del Valle del Ebro, donde se concentran la mayoría de estas plantaciones, se adapta muy bien a la mecanización, algo que ya favorece el desarrollo de cultivos muy automatizados como el del maíz. Si a esto se une que muchas de las plantaciones son nuevos regadíos y que para amortizar las inversiones de instalación se requiere una liquidez lo más inmediata posible, las posibilidades de encontrar otras opciones agronómicas se reducen ostensiblemente. Una evolución al alza del precio del maíz, el temor de los agricultores a los ataques de taladro y la más que posible presión de las casas comerciales de semillas sobre las peculiaridades de su población agraria hacen el resto. Esto puede cambiar si se publicita la comparación de los resultados productivos de variedades transgénicas con respecto a los de las isogénicas, que concluyen que no existen diferencias significativas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía clásica.

- AGENCE BIO. (2014). *La bio en France. De la production a la consommation*. Montreuil sous Bois: Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique
- AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES (2007). *Study on liability in cases of damage resulting from the presence of GMOs in non-GM crops*. Brussels: European Commission.
- BAULCOMBE, D. et al. (2009). *Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture*. Londres. The Royal Society.
- BELLO JANEIRO, D. (2009). *Cuestiones actuales de responsabilidad civil*. Madrid: Editorial Reus, S.A.
- BOARI, R. et al. (2014). *Producción orgánica en Argentina y en el mundo*. Buenos Aires. Dirección de Estudios del Sector Pecuario.
- CARRASCO, J. F. (2008). *La coexistencia sigue siendo imposible. Testimonios de la contaminación*. Madrid. Greenpeace.
- COMISIÓN NACIONAL DE BIOVIGILANCIA (2006). Dictamen elaborado en respuesta a la pregunta realizada por la Dirección General de Agricultura al grupo de expertos de carácter científico de la comisión Nacional de Biovigilancia sobre posibilidad de coexistencia entre variedades modificadas genéticamente. Madrid. Comisión Nacional de Biovigilancia.
- DE RENOBLES SCHEIFLER, M. (2009). *Alimentos más sostenibles: Las semillas transgénicas en la agricultura ecológica*. Gijón. Junta General del Principado de Asturias – Sociedad internacional de Bioética (SIBI).
- Factsheet* (2015), USDA Coexistence Fact Sheets: Organic farming, February 2015. Washington. USDA – Office of Communications.
- Factsheet* (2015), USDA Coexistence Fact Sheets: Corn, February 2015. Washington. USDA – Office of Communications.
- Factsheet* (2015), USDA Coexistence Fact Sheets: Conventional farming, February 2015. Washington. USDA – Office of Communications.
- F.A.O. (2009). “La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050”. *Foro de Expertos de Alto Nivel*. Roma: Secretaría del Foro de Expertos de Alto Nivel.
- GARCÍA VIDAL, A. (2015). “Directiva (UE) 2015/412 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2015, por la que se modifica la Directiva 2001/18/CE en lo que respecta a la posibilidad de que los Estados Miembros restrinjan o prohíban el cultivo de organismos modificados genéticamente (OMG) en su territorio” en Centro de Estudios de Consumo. Universidad de Castilla La Mancha; Centro de Estudios de Consumo; Noticias Cesco.
- GFK (2014). *Evolución de la caracterización de la tipología y perfil sociodemográfico del consumidor de alimentos ecológicos en España*. Madrid: MAGRAMA.
- HERRERA CAMPOS, R. (2009). *Agricultura transgénica y medio ambiente. Perspectiva legal*. Madrid: Editorial Reus, S.A.
- HERRERA CAMPOS, R. (2006). *Sociedad de consumo y agricultura biotecnológica*. Madrid: Editorial Reus, S.A.
- MAGRAMA (2010). *Agricultura ecológica estadísticas 2009*. Madrid: MAGRAMA.
- MAGRAMA (2012). *Agricultura ecológica estadísticas 2011*. Madrid: MAGRAMA.

- MAGRAMA (2013). *Agricultura ecológica estadísticas 2012*. Madrid: MAGRAMA.
- MAGRAMA (2014). *Agricultura ecológica estadísticas 2013*. Madrid: MAGRAMA.
- MAGRAMA (2012). *Caracterización del sector de la producción ecológica española en términos de valor, volumen y mercado. Septiembre 2012*. Madrid: MAGRAMA.
- MAGRAMA (2012). *El cultivo de maíz modificado genéticamente en España*. Madrid: MAGRAMA.
- MAMRM (2010). *Valor y volumen de los productos ecológicos de origen nacional en la industria agroalimentaria española. Junio 2010*. Madrid: MAMRM.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006). *Evaluación de riesgo de la liberación en campo de plantas de maíz modificado genéticamente tolerantes al herbicida glifosato y resistentes a insectos ciertos lepidópteros (B/ES/06/09)*. Madrid: Ministerio De Medio Ambiente.
- MULET SALORT, J.M. (2014). *Comer sin miedo*. Barcelona: Destino.
- MULET SALORT, J.M. (2012). *Los productos naturales ¡vaya timo!*. Pamplona: Laetoli, S.L.
- NOMBELA CANO, C. et al. (2004). *Informe/Organismos modificados genéticamente en la agricultura y la alimentación*. Madrid: FECYT (Fundación Española par la Ciencia y la Tecnología).
- PRODESCON, S.A. (2014). *Caracterización del sector de la producción ecológica española en volumen y valor, referida al año 2013*. Madrid: MAGRAMA.
- RIECHMANN, J. (2004). *Transgénicos: el haz y el envés*. Madrid: Los libros de la catarata.
- RODRÍGUEZ ENTRENA, M., SAYADI GMADA, S., SALAZAR ORDOÑEZ, M. (2010). *¿Los alimentos modificados genéticamente tiene cabida en nuestros mercados?: Un análisis desde la óptica del consumidor andaluz*. Málaga: Analistas Económicos de Andalucía.
- RIDDLE, J. (2012). *GMO contamination prevention. What does it take?* University of Minnesota: Southwest Research and Outreach Center.
- RIESGO ÁLVAREZ, L. (2013) *15 años de cultivo de maíz Bt en España: beneficios económicos, sociales y ambientales*. Madrid: Fundación ANTAMA.
- SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. (2000). *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología*. Montreal. ICAO
- SERVICIO DE PRENSA DEL PARLAMENTO EUROPEO (2015). "Seis cosas que merece la pena conocer sobre los O.M.G." en wew del Parlamento Europeo. Nº referencia 20151013STO97392, p. 1/2.
- SERVICIO DE PRENSA DEL PARLAMENTO EUROPEO (2015). "MEPs object to new GN maize authorisation and invasive species list" en wew del Parlamento Europeo. Nº referencia 20151210IPR06853.
- SILVA CASTRO, C.A. (2005) *Maíz genéticamente modificado*. Bogotá: Agro-Bio.
- ZAMORA, A.L. (2011), *Trece años de transgénicos sin perjuicios para la agricultura ecológica*. Madrid: Fundación ANTAMA.

Artículos y referencias electrónicas.

- ACOSTA, S. (2014). *¿Cuál será la población mundial en 2050?*. *Cienciexplora*. Madrid. <http://www.cienciexplora.com/divulgacion/cual-sera-poblacion-mundial-2050_2014021000136.html> [Consulta: 23 de diciembre de 2015].

AGPME. *Estudio de costes globales del cultivo del maíz en Aragón para variedades transgénicas y convencionales*.

<http://s316151096.mialojamiento.es/index.php?option=com_content&view=article&id=158:estudio-de-costes-globales-del-cultivo-del-maiz-en-aragon-para-variedades-transgenicas-y-variedades-convencionales&catid=44:articulos&Itemid=68> [Consulta: 7 de enero de 2016].

AGRESTE – MINISTERE DE L'AGRICULTURE DE FRANCE. *Estatistique Agricole Annuelle (SAA). Productions Végétales. Surfaces, productions, rendements des céréales, oléagineux, protéagineux, résultats 2013 définitifs et 2014 définitifs*. <<http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/statistique-agricole-annuelle-saa/>> [Consulta: 16 de marzo de 2016].

ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN, “Los organismos genéticamente modificados (OGM) son aquellos en los que el material genético (ADN) se ha alterado de modo artificial”. 2005.

<http://alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=102> [Consulta: 24 de diciembre de 2015].

ANOVE. *Guía Técnica y de Buenas Prácticas para el cultivo de Maíz Bt*. <<http://web.anove.es/media/Guia-maiz-Bt-2016.pdf>> [Consulta: 15 de marzo de 2016].

ARGENBIO. *Cultivos aprobados y adopción. Los cultivos transgénicos en Argentina*. <<http://www.argenbio.org/index.php?action=cultivos&opt=5>> [Consultada: 29 de diciembre de 2015]

ARGENBIO. *Listado de eventos aprobados en Argentina a fecha de diciembre de 2015*. <<http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades¬e=712>> [Consulta: 29 de diciembre de 2015].

BENAVENTE, R.P. (2016). “*La agricultura ecológica no podría alimentar al mundo (y el mundo no podría pagarlo)*” en El Confidencial, Blog de 4 de febrero de 2016.

<http://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/cartas-al-profesor-farnsworth/2016-02-04/la-agricultura-ecologica-no-podria-alimentar-al-mundo-y-el-mundo-no-podria-pagarlo_1146097/> [Consulta: 4 de febrero de 2016].

BROOKES, G. *et al.* (2004). “*Genetically modified maize: pollen movement and crop co-existence*” en PG Economics. P 16-18

CODEX ALIMENTARIUS. *Grupo de Acción Intergubernamental Especial sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos (TFFBT)*.

<<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees-and-task-forces/es/?provide=committeeDetail&idList=24>> [Consulta: 20 de diciembre de 2015].

EUROPEAN COMMISSION. Genetically Modified Organisms. EU Register of authorised GMOs. < http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm> [Consulta: 23 de diciembre de 2015].

FERNÁNDEZ-CORNEJO, J. *et al.* (2014). “*Genetically Engineered Crops in the United States*” en USDA – Economic Research Service. E.R.R. No.162.p. 1-60

FERNÁNDEZ-WULFF, P. (2013). “*Why and how Spain became the EU's top Grover of GMOs*” en Our World. Edición de 19 de diciembre de 2013.

<<http://ourworld.unu.edu/en/why-and-how-spain-became-the-eus-top-grower-of-gmos>> [Consulta, 27 de mayo de 2016].

- GOBIERNO DE ARAGÓN – Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. *Superficies, producciones y destinos de la producción agraria*.
<http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/DesarrolloRuralSostenibilidad/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.ESTADISTICAS_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD> [Consulta, 30 de diciembre de 2015].
- GOBIERNO DE ARAGÓN. Consulta de solicitudes y resoluciones en curso de O.M.G.
<<https://aplicaciones.aragon.es/siomg/siomgAction.do?redirige=urlInicio&opcion=redirigirJSP&activo=1>> [Consulta, 20 de diciembre de 2015].
- GUTIERREZ LÓPEZ, M. (2013). “Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2012” en *Informaciones Técnicas*. Nº 246, p. 1-24.
- GUTIERREZ LÓPEZ, M. (2014). “Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2013” en *Informaciones Técnicas*. Nº 253, p. 1-24.
- GUTIERREZ LÓPEZ, M. (2015). “Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2014” en *Informaciones Técnicas*. Nº 256, p. 1-28.
- HERALDO DE ARAGÓN (2014). “Syrat transforma el maíz para su uso en alimentación y salud” en *Heraldo de Aragón – Empresas sin complejos*. Edición del 24 de noviembre de 2014.
<http://www.heraldo.es/noticias/suplementos/empresas_sin_complejos/2014/11/24/syrat_transforma_maiz_para_uso_alimentacion_salud_323289_1841024.html> [Consulta, 29 de enero de 2016].
- HILBECK, A et al (2015) “No scientific consensus on GMO safety” en *Environmental Sciences Europe Bridging Science and regulation at the Regional and European Level* 24:4. p. 1-6.
- I.A.E. *Agricultura y Ganadería Ecológicas*.
<http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Institutos/InstitutoAragon.esEstadistica/AreasTematicas/08_Agricultura_Industria_Construccion/ci.01_Agricultura_ganaderia_selvicultura_pesca.detalleDepartamento?channelSelected=0#section39> [Consulta: 26 de diciembre de 2015].
- LONJA DE REUS. *Histórico de evolución de precios. Evolución anual del precio del maíz periodo 2006/2015*.
<<http://www.llotjadereus.org/?go=e6598a7e63ddfde8a9557f334d3f9063f1a92bcf0018cd07976fe59ff9f4f7d6fe76da618ed95779d7c71aeec80bf31503cc89adc29c274ceb1c339f88d604ad>> [Consulta: 5 de enero de 2016].
- LUNA, S. et al. (2001) “Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control” en *Cop Science*. Vol. 41 Nº 5. p. 1551-1557.
- MAGRAMA. *La agricultura ecológica en España*.
<<http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/>> [Consulta: 26 de diciembre de 2015].
- MAGRAMA. *Material vegetal. Maíz*.
<<http://www.magrama.gob.es/app/materialvegetal/fichamaterialvegetal.aspx?idficha=1180>> [Consulta: 20 de enero de 2016]
- MAGRAMA. *Organismos modificados genéticamente (O.M.G.)*.
<<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/organismos-modificados-geneticamente-omg/>> [Consulta: 2 de enero de 2016].

- MAGRAMA – SECR. GRAL. TÉCNICA (2015). “Avances de superficies y producciones de cultivos. Noviembre 2015”. p. 18.
<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/avances-superficies-producciones-agricolas/cuaderno_noviembre2015_tcm7-408460.pdf> [Consulta: 20 de marzo de 2016].
- MAGRAMA – SUBSECRETARÍA. (2013). “Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2012” en análisis de la economía de los sistemas de producción. p. 19-73.
- MAGRAMA – SUBSECRETARÍA. (2014). “Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2013” en análisis de la economía de los sistemas de producción. p. 19-73.
- MAIZ`EUROP`. *Marché et économie. Le maïs grain*.
<http://www.agpm.com/mais_grain.php> [Consulta: 7 de enero de 2016].
- MANUEL GUZMÁN, H., FÉLIX SAN VICENTE, G. y DAIZI DÍAZ, M. (2008). “Flujo de polen entre híbridos tropicales de maíz de diferente color de endospermo” en *Bioagro* vol. 20 nº 3, p. 159-166.
- MÁRMOL, E. (2002). “Impacto ocasionado por el uso de maíz Bt en las fincas de España” en *Vida Rural*. Nº 160, p. 32-34.
- MORALES, J., RIECHMANN, J. (2005). “Una decisión prudente” en *Ambienta*, nº 44, p. 77.
- PIONEER ARGENTINA (2013). “Rendimiento del grano del maíz en relación al estrés durante las distintas etapas de desarrollo” en *Boletín Técnico Pioneer*, p. 2-3.
<http://www.pioneer.com/CMRoot/international/argentina_intl/AGRONOMIA/boletines/Boletin_Rendimiento_Maiz_en_relacion_a_stress.pdf> [Consulta: 20 de diciembre de 2015].
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. “*Biología de cultivos anuales. Cereales. Maíz. Inflorescencia masculina; Inflorescencia femenina*”.
<http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/inflorem.htm>
<http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/infloref.htm> [Consulta: 16 de diciembre de 2015].
- RED ANDALUZA DE SEMILLAS. (2009). “Ficha 2: Maíz. Manejo de la polinización y obtención de semilla” en *Fichas Informativas de la Red Andaluza de Semillas*, p. 1-2.
- RODRÍGUEZ-ENTRENA, E. y SAYADI GMADA, S. (2010). “Implicaciones de la regulación sobre coexistencia de los cultivos modificados genéticamente en la agricultura del siglo XXI” en *Cuides*. Publicaciones CajaMar, nº 5, p. 53-77.
- SANAGUSTÍN SANZ, M. (1981). “Agricultura convencional y agricultura biológica: lucha contra las plagas” en *publicaciones del MAGRAMA*. p. 205-214.
<http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_ays%2Fa019_07.pdf> [Consulta 5 de enero de 2016].
- SAUTHIER, M. A., CASTAÑO, F. D. (2004). “Dispersión del polen en un cultivo de maíz” en *Ciencia, Docencia y Tecnología*. Vol. XV Nº 29. p. 229-246.
- S.I.I.A. *Siembra, cosecha, producción y rendimiento*.
< http://www.siia.gov.ar/_apps/siia/estimaciones/estima2.php> [Consulta: 29 de diciembre de 2015].
- TILLIE, P., DILLEN, K. y RODRÍGUEZ-CEREZO, E. (2016). “Perception of coexistence measures by farmers in five European union Member States” en *EuroChoices*. Vol. 15 Nº 1. p. 17-23.

TOBALINA, B (2013). “*El último agricultor de Maíz ecológico*” en La Razón, artículo de 21 de abril de 2013. <<http://www.larazon.es/verde/el-ultimo-agricultor-de-maiz-ecologico-1-AK1963929#.Ttt1lyKU2iK3Enw>> [Consulta: 20 de enero de 2016].

U.S.D.A. *Organic production. Data set. National tables.*

< <http://www.ers.usda.gov/data-products/organic-production.aspx>> [Consulta: 5 de enero de 2016].

U.S.D.A., N.A.S.S. (2015) “*Corn Biotechnology Varieties as a Percent of All Corn Planted – States and United States: 2014 and 2015*” en *Acreage*. ISSN 1949-1522, p. 25. <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/Acre/2010s/2015/Acre-06-30-2015.pdf>> [Consulta 5 de enero de 2016].

Vídeos, películas y documentales.

Harvest of fear (Alimentos transgénicos. Dir. Palfreman, J.). [Documental]. Frontline – NOVA – The Palfreman Film Group. Inc. – BBC, 2001.

Legislación y normas

Aragón. Decreto 142/1998, de 7 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se regula el régimen jurídico en materia de actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente o de productos que los contengan. BOA, 20 de julio de 1998, nº 85, p. 3528-3529.

Aragón. Orden de 1 de junio de 2004, del Departamento de Agricultura y Alimentación, por el que se crea y se regula provisionalmente el Registro de Organismos Modificados Genéticamente en Aragón. BOA, 16 de junio de 2004, nº 70, p. 6178-6180.

Aragón. Decreto 65/2006, de 7 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se determinan los órganos competentes de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón y se establecen reglas de procedimiento, en materia de actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de los organismos modificados genéticamente. BOA, 22 de marzo de 2006, nº 34, p. 3818-3820.

España. Ley 15/1994, de 3 de junio, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente. BOE, 4 de junio de 1994, nº 133, p. 17781-17788.

España. Ley 9/2003, de 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente. BOE, 26 de abril de 2003, nº 100, p. 16214-16223.

España. Real Decreto 178/2004, de 30 de enero, por el que se aprueba el reglamento general para el desarrollo y ejecución de la Ley 9/2003, de 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente. Texto consolidado. BOE, 31 de enero de 2004, nº 27, p. 1-69.

España. Proyecto de Real Decreto .../2006, de de, por el que se aprueba el Reglamento sobre coexistencia de los cultivos modificados genéticamente con los convencionales y ecológicos; Ministerio de Agricultura y Alimentación; Dirección General de Agricultura. Borrador MAPA, s/d, s/nº, P. 1-14.

País Vasco. Decreto 219/2010, de 27 de julio, por el que se deroga el Decreto por el que se regula la coexistencia de los cultivos modificados genéticamente con los convencionales y ecológicos. BOPV, 9 de agosto de 2010, nº 151, p. 3721 (1 y 2).

- Unión Europea. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: Informe sobre la aplicación de medidas nacionales para garantizar la coexistencia de los cultivos modificados genéticamente con la agricultura convencional y ecológica. Comisión de las Comunidades Europeas, 9 de marzo de 2006, COM(2006) 104 final, p. 1-10.
- Unión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la libertad de decisión de los estados miembros en materia de cultivos modificados genéticamente. Comisión Europea, 13 de julio de 2010, COM(2010) 375 final, p. 1-9.
- Unión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan de acción para el futuro de la producción ecológica de la Unión Europea. Comisión Europea, 24 de marzo de 2014, COM(2014) 179 final, p. 1-15.
- Unión Europea. Directiva del Consejo de 23 de abril de 1990 sobre liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente (90/220/CEE). DOCE, 8 de mayo de 1990, nº L 117, p. 15-27.
- Unión Europea. Directiva (UE) 2015/412 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2015, por la que se modifica la directiva 2001/18/CE en lo que respecta a la posibilidad de que los estados miembros restrinjan o prohíban el cultivo de organismos modificados genéticamente (OMG) en su territorio. DOUE, 13 de marzo de 2015, nº L 68, p. 1-8.
- Unión Europea. Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente y por el que se deroga la Directiva 90/220/CEE del Consejo. DOCE, 17 de abril de 2001, nº L 106, p. 1-38.
- Unión Europea. Directiva (UE) 2015/412 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de marzo de 2015 por la que se modifica la Directiva 2001/18/CE en lo que respecta a la posibilidad de que los Estados miembros restrinjan o prohíban el cultivo de organismos modificados genéticamente (O.M.G.) en su territorio. DOUE, 13 de marzo de 2015, nº L 68, p. 1-8.
- Unión Europea. Recomendación de la Comisión de 13 de julio de 2010 sobre directrices para el desarrollo de medidas nacionales de coexistencia destinadas a evitar la presencia accidental de O.M.G. en cultivos convencionales y ecológicos (2010/C 200/01). DOUE, 22 de julio de 2010, nº C 200, p. 1-5.
- Unión Europea. Recommandation de la Commission du 23 juillet 2003, Établissant des lignes directrices pour l'élaboration de stratégies nationales et de meilleures pratiques visant à assurer la coexistence des cultures génétiquement modifiées, conventionnelles et biologiques. C (2003) Bruxelles, 23 de julio de 2003, p. 12-15.
- Unión Europea. Reglamento (CE) Nº 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 1997 sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios. DOCE, 14 de febrero de 1997, nº L 43, p. 1-6.
- Unión Europea. Reglamento (CE) Nº 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 2092/91. DOUE, 20 de julio de 2007, nº L 189, p. 1-23.
- Unión Europea. Reglamento (CE) Nº 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control. DOUE, 18 de septiembre de 2008, nº L 250, p. 1-84.

- Unión Europea. Reglamento (CE) N° 1235/2008 de la Comisión de 8 de diciembre de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo en lo que se refiere a las importaciones de productos ecológicos procedentes de terceros países. DOUE, 12 de diciembre de 2008, n° L 334, p. 25-52.
- Unión Europea. Reglamento (CE) N° 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente. DOUE, 18 de octubre de 2003, n° L 268, p. 1-22.
- Unión Europea. Reglamento (CE) N° 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 relativo a la trazabilidad y al etiquetado de organismos modificados genéticamente y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de éstos, y por el que se modifica la Directiva 2001/18/CE. DOUE, 18 de octubre de 2003, n° L 268, p. 24-28.